

---

---

## TRATAMENTO DE SEMENTES DE LINHAÇA DOURADA COM MICRONUTRIENTES

### SEED TREATMENT OF FLAXSEED WITH MICRONUTRIENTS

Silvana OHSE<sup>1</sup>, Rejane Pereira LOURENÇO<sup>2</sup>, Bráulio Luciano Alves REZENDE<sup>3</sup>,  
Ricardo ANTUNES<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Professora de Fisiologia Vegetal do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Curso de Agronomia - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa/PR. E-mail:sohse@uepg.br.

<sup>2</sup>Acadêmicos do Curso de Agronomia - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa/PR.

<sup>3</sup> Professor e Coordenador da área de Ciências Biológicas e da Saúde. Departamento de Química – IFES/Campus de Vila Velha/ES.

#### RESUMO:

A cultura do linho apresenta grande importância econômica, social e agrícola, devido ao seu potencial de produção de óleo e fibras para indústria têxtil, além dos usos na indústria farmacêutica e na nutrição humana e animal. No Brasil, a cultura do linho apresenta baixa produtividade, sendo pouco cultivada. A região dos Campos Gerais apresenta adaptação climática para a cultura, porém seus solos são pobres em micronutrientes por serem, em grande parte derivados de arenito. Por essa razão, desenvolveu-se um experimento com o objetivo de avaliar o efeito do tratamento de sementes com micronutrientes sobre a germinação e o vigor de sementes de linhaça dourada. O experimento foi conduzido no Laboratório de sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa/PR. O experimento constou de 11 tratamentos: testemunha, zinco, boro, cobre e as combinações Zn+B, Zn+Cu, B+Cu e Zn+B+Cu, Biopower, Always e Booster, desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições. O tratamento de sementes com zinco, boro, cobre e suas combinações, além dos produtos comerciais Always e Booster contendo mistura de micronutrientes não prejudicaram a germinação de sementes de linho. O produto comercial Biopower aumentou a germinação de sementes de linho. Os tratamentos de sementes com zinco, boro, cobre e suas combinações, além dos produtos comerciais Biopower, Always e Booster reduziram o vigor de sementes de linhaça.

**Palavras-Chave:** *Linum usitatissimum* L., zinco, boro e cobre.

#### ABSTRACT:

The flax cultivation has a great economic, social and agricultural importance due to their potential for production of oil and fiber for the textile industry, in addition to uses in the pharmaceutical industry and in human and animal nutrition. In Brazil, the culture of flax has low productivity and is rarely cultivated. The Campos Gerais region presents climate adaptation for culture, however their soils are poor in micronutrients because they are largely derived from sandstone. For this reason, this experiment was developed to evaluate the effect of seed treatment with micronutrients on germination and seed vigor of gilded flaxseed. The experiment was conducted in the Laboratory in the Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Universidade Estadual de Ponta

---

---

Grossa, Ponta Grossa/PR. The experiment consisted of 11 treatments: control, zinc, boron, copper and combinations B+Zn, Cu+Zn, Cu+B, Zn+B+Cu, Biopower, Always and Booster, developed in a completely randomized design with four replications. Seed treatment with zinc, boron, copper and combinations thereof, beyond the commercial products Always and Booster containing micronutrient mixture have not detracted from flax germination. The Biopower commercial product has increased germination of flax. Treatments of seeds with zinc, boron, copper and combinations thereof, in addition to commercial products Biopower, Always, and Booster reduced the vigor of flaxseed.

**Keywords:** *Linum usitatissimum* L., zinc, boron and copper.

## 1. INTRODUÇÃO

O linho também chamado de linhaça pertence à divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Malpighiales, família Linaceae, gênero *Linum*, espécie *L. usitatissimum*, nome binominal *Linum usitatissimum* L.. A planta do linho é herbácea, anual, crescendo no inverno e na primavera. A estatura varia de 0,30 a 1 m. O sistema radicular é constituído de uma raiz principal que pode chegar a mais de 1 m de profundidade e ramificações laterais que podem atingir 0,30 m. Apresentam um caule principal distinto, do qual podem derivar logo abaixo da superfície do solo, duas ou mais ramificações se a densidade de plantas for baixa e se a disponibilidade de nitrogênio no solo for elevada (TRUCOM, 2006).

Os relatos mais antigos da semente do linho são datados de 5.000 anos a.C, na Mesopotâmia, embora ela seja originária da Ásia, seus benefícios foram difundidos pelo mundo todo e seu consumo é muito comum na América do Norte e em países europeus (OOMAH, 2001).

Na última década o consumo da linhaça vem aumentando e despertando interesse de muitos pesquisadores. Interesse este, relacionado aos benefícios que a cultura oferece, tais como: interesse econômico, social e agrícola, visando à obtenção de óleo, produção de fibras têxtil, utilização na indústria farmacêutica; da semente na nutrição humana, por ser um complemento alimentar saudável, devido ao teor de lipídios (contendo, ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados), fibra dietética e substâncias como as ligninas, proteínas e compostos fenólicos; além de sua utilização na composição de rações (FLOSS, 1983; TRUCOM, 2006; TOMM *et al.*, 2006; MACIEL *et al.*, 2008).

A produção mundial de linhaça está estimada em 2.729,1 mil toneladas para a safra 2014, onde o Canadá ocupa o primeiro lugar, com 489,0 mil toneladas e o Brasil encontra-se em décimo segundo, com 14 mil toneladas e produtividade de 1.506,0 kg ha<sup>-1</sup> (FAO, 2014). Apesar de a cultura ter sido introduzida no Brasil no início do século XVII, inicialmente no estado de Santa Catarina, difundindo-se posteriormente para os estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, sua produtividade ainda é muito baixa.

Nesse contexto, o agricultor, para ser competitivo no mercado, necessita aumentar o rendimento das culturas e, ao mesmo tempo, reduzir seus custos. Para isso,

algumas práticas se fazem necessárias e o uso de micronutrientes tem se apresentado como importante alternativa. Altos rendimentos só podem ser obtidos com plantas bem nutridas e a deficiência de qualquer nutriente pode limitá-lo, ou até mesmo prejudicar a qualidade do produto final. Neste sentido, os micronutrientes, embora requerido em pequena quantidade, desempenham importantes funções na planta.

O zinco (Zn) é essencial à planta por ser necessário para a síntese do aminoácido triptofano, precursor do ácido indolacético (AIA), principal auxina produzida pelas plantas. A auxina, por sua vez, é um fitormônio, responsável pelo alongamento e divisão celular, formação de raízes adventícias e laterais, tropismos, dominância apical, entre outras funções. O boro (B) está envolvido com o alongamento celular, metabolismo dos ácidos nucléicos, crescimento do tubo polínico, complexa-se com constituintes da parede celular, porém não faz parte de nenhum composto orgânico ou estrutural. O cobre (Cu) participa na composição de várias enzimas (fenolase, lacase, citocromo oxidase, uricase, ácido ascórbico oxidase etc.), porém sua principal função é sua participação na fase fotoquímica da fotossíntese, por fazer parte da plastocianina, proteína móvel na membrana do tilacóide. O ferro (Ferro) é constituinte de fitocromos e ferro-proteínas envolvidos na fotossíntese e respiração. O molibdênio (Mo) é constituinte da nitrato redutase e xantina desidrogenase, participando do metabolismo do nitrogênio e da síntese de pigmentos xantofilas e o manganês (Mn) é requerido para a atividade de várias enzimas e participa da evolução de O<sub>2</sub> na fotossíntese (KIRKBY *et al.*, 2007;TAIZ; ZEIGER, 2013).

Sabendo-se da importância dos micronutrientes para o desenvolvimento das plantas, principalmente em solos naturalmente pobres, principalmente em Zn, B e Cu, como os dos Campos Gerais – PR, os quais são derivados de arenito, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento de sementes com Zn, B, Cu e suas misturas, bem como de alguns produtos comerciais sobre a germinação e o vigor de sementes de linho, devido à carência de estudos nesse sentido, tendo em vista que a cultura constitui-se em excelente alternativa de cultivo de inverno para a região.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade da Universidade Estadual de Ponta Grossa – Ponta Grossa, Paraná, durante o período de 10 de agosto de 2010 a 20 julho de 2011. Para a realização do experimento utilizou-se a cultivar de linho dourada. As sementes não haviam sido submetidas a nenhum tipo de tratamento antes da implantação do experimento.

As sementes de linho de cor dourada apresentaram massa de 1000 sementes de 5,14 g e germinação de 68%, anteriormente ao início dos testes. O experimento constou de 11 tratamentos: testemunha, zinco (ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O na dose 0,8 g kg<sup>-1</sup> de sementes), boro (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> na dose 0,065 g kg<sup>-1</sup> de sementes), cobre (CuSO<sub>4</sub>.5 H<sub>2</sub>O na dose

1 g kg<sup>-1</sup> de sementes) e as combinações Zn+B, Zn+Cu, B+Cu e Zn+B+Cu (nas mesmas doses dos tratamentos individuais), Biopower (1% de Mn; 0,25% de Fe; 2% de Zn; 8% de C; 0,8% de Cu; 1% de B; 1,3% de N), Always (12% de N; 3% de K<sub>2</sub>O; 0,15% de Cu; 0,1% de Fe; 0,1% de Mn; 3,5% de Zn) e Booster (20% de Zn; 3,0% de Mo), todos os produtos nas concentrações de 4 mL Kg<sup>-1</sup> de sementes. O experimento foi desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições.

As sementes foram acondicionadas em sacos plásticos e tratadas com os micronutrientes, utilizando-se a quantidade de 50 g de sementes por tratamento. Os produtos foram dissolvidos em 5 mL de água deionizada, colocados sobre as sementes, agitados manualmente até completa homogeneização, deixando-se os sacos abertos para arejamento e secagem à sombra, pelo período de 24 horas. A testemunha passou pelo mesmo processo, porém foi umedecida somente com 5 mL de água destilada.

O teste padrão de germinação foi instalado obedecendo às Regras de Análise de Sementes (RAS) para temperatura e avaliação de plântulas (BRASIL, 2009). O teste foi realizado em substrato rolo papel toalha, com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, à temperatura de 25°C. A avaliação foi realizada contando-se as plântulas normais e plântulas anormais + sementes mortas, sendo os dados convertidos em percentagem.

O teste de vigor que avalia o crescimento das plântulas (comprimento e fitomassa seca), foi instalado em substrato de papel toalha, de acordo com a metodologia descrita por Krzyzanowski *et al.* (1991). Para cada tratamento, utilizaram-se quatro repetições de 20 sementes, as quais foram alinhadas 2 cm abaixo da borda superior do papel toalha. As repetições foram agrupadas com atilhos de borracha, sendo envolvidas em plástico preto, a fim de manter constante a umidade dos rolos e evitar o efeito da luz sobre as primeiras plântulas emergidas. Em seguida, foram colocadas no germinador, regulado para temperatura constante de 25°C.

Quando da avaliação do teste de vigor, considerou-se somente plântulas normais, das quais se mensurou o comprimento da parte aérea, da raiz primária e da plântula inteira. Em seguida, essas partes, sem os restos das sementes, foram pesadas, determinando-se sua fitomassa fresca, sendo posteriormente acondicionadas em sacos de papel e, então colocadas na estufa à temperatura de 65°C, até atingir fitomassa seca constante.

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente através da aplicação da análise da variância pelo teste de F e, quando de significância, submetidas ao teste de separação de médias de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa ESTAT. Os dados de percentagem foram transformados em  $y^2=(x+0,5)$ .

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância só não revelou significância para a variável massa seca de raiz (MSR). A porcentagem de germinação média da testemunha foi de 75,5%, valor

este superior ao obtido anteriormente à instalação do teste (68%). A semente de linho pode apresentar dormência e o processo de estratificação, ou seja, submissão a baixas temperaturas pode quebrá-la. Fato este que pode ter ocorrido, uma vez que, as sementes foram armazenadas em câmara fria posteriormente a análise inicial de germinação.

Agerminação das sementes de linho aumentou quando tratadas com o produto comercial Biopower (1% de Mn; 0,25% de Fe; 2% de Zn; 8% de C; 0,8% de Cu; 1% de B; 1,3% de N) em 20,53% quando comparada à testemunha, reduzindo sensivelmente a porcentagem de plântulas anormais mais sementes mortas (PA + SM). O que pode ter sido pelo fato de possuir 5 micronutrientes em sua constituição, fornecidos em teores adequados para intensificar o processo de germinação e o desenvolvimento de plântulas normais. No entanto, os demais tratamentos não diferem entre si, bem como da testemunha e do tratamento Biopower (Tabela 1), significando que o tratamento de sementes com Zn, B, Cu e suas combinações, bem como com os produtos testados, nas doses utilizadas não causaram fitotoxicidade para a germinação de sementes de linho. Dessa forma, o tratamento de sementes de linho com micronutrientes pode se tornar uma excelente forma de estimular o desenvolvimento inicial da cultura e o estabelecimento da lavoura.

**Tabela 1.** Germinação (G), plântulas anormais mais sementes mortas (PA + SM), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e comprimento de plântula inteira (CPI) em função do tratamento de sementes com micronutrientes. Ponta Grossa, UEPG, 2011.

Tratamentos	G	PA+SM	CPA	CR	CPI
	-----%-----		-----cm plântula <sup>-1</sup> -----		
Testemunha	75,5 b	24,5 a	8,43 abcd	6,71 ab	15,14 a
Biopower	91,0 a	9,0 b	8,71 abcd	7,16 a	15,87 a
Always	77,5 ab	22,5 ab	6,28 e	4,96 bc	11,24 b
Booster	84,5 ab	15,5 ab	8,07 cd	6,55 ab	14,62 a
Cobre (Cu)	88,5 ab	11,5 ab	7,72 d	3,79 c	11,52 b
Zinco (Zn)	87,5 ab	12,5 ab	8,28 abcd	6,47 ab	14,75 a
Boro (B)	85,0 ab	15,0 ab	8,13 bcd	6,51 ab	14,64 a
Zn+B	88,5 ab	11,5 ab	7,90 cd	6,59 ab	14,49 a
Zn+Cu	77,0 ab	23,0 ab	9,04 ab	6,51 ab	15,55 a
B+Cu	80,5 ab	19,5 ab	8,79 abc	5,30 abc	14,09 a
Zn+B+Cu	83,0 ab	17,0 ab	9,17 a	5,90 abc	15,07 a
Média	83,50	16,50	8,23	6,04	14,27
CV (%)	7,5	38,0	5,38	16,24	8,30

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

---

O comprimento de plântulas foi severamente afetado quando da aplicação do produto comercial Always, apresentando reduções de 25,5; 26,08 e 25,76% para comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e comprimento de plântula inteira, respectivamente, quando comparado com a testemunha (Tabela 1). A justificativa para este resultado pode ter sido a dose e/ou o alto teor de N e K contido no produto, o que pode ter reduzido o alongamento celular, por tornar o potencial hídrico ( $\Psi_h$ ) externo à semente mais negativo, reduzindo o gradiente de potencial hídrico ( $\Delta\Psi_h$ ) entre os sistemas e, com isso, reduzindo a absorção de água e a expansão celular, conseqüentemente seu comprimento.

O CPA quando da aplicação da combinação Zn+B+Cu via sementes, apesar de não ter diferido significativamente da testemunha aumentou em 10,48%, não diferindo também dos tratamentos de sementes com Biopower; Zn; Zn+Cu e B+Cu. O CR e CPI foram significativamente reduzidos somente quando do tratamento de sementes com Always e Cu, sendo que os demais não diferiram entre si (Tabela 1). Provavelmente, devido à ação do Zn na síntese do triptofano, precursor das auxinas, que responsáveis pelo alongamento celular e a ação do boro na permeabilidade de membrana, visto que o Cu isolado reduziu o CPA e quando combinado com Zn e B a redução não ocorreu.

Os tratamentos Biopower, Always, Cu e Zn reduziram significativamente a massa fresca da parte aérea (MFPA) de plântulas de linho, sendo que os demais tratamentos não diferem entre si. Para massa fresca da raiz (MFR) e massa fresca da plântula inteira (MFPI) todos os tratamentos de sementes testados causaram reduções significativas nestas variáveis (Tabela 2). Exceto o B, todos os demais tratamentos de sementes com micronutrientes reduziram a massa seca da parte aérea (MSPA) e a massa seca da plântula inteira (MSPI) de plântulas de linho e, exceto Zn para massa seca de raiz (MSR) (Tabela 2).

Pelo fato do Zn ser necessário para a síntese de auxina, o processo de divisão celular também pode ser estimulado, uma vez que este fitormônio juntamente com a citocinina é responsável pelo processo pela progressão da fase G1 para a fase S da divisão celular (KERBAUY, 2008). O B também poderia estar auxiliando no processo de divisão celular e diferenciação celular, visto que é necessário para a síntese de ácidos nucléicos e permeabilidade de membrana. Já o Cu participa como componente enzimático, podendo auxiliar também na fase heterotrófica, porém apresenta maior importância quando da fase autotrófica de desenvolvimento de uma planta.



**Tabela 2.** Massa fresca da parte aérea (MFPA), da raiz (MFR) e da plântula inteira (MFPI); massa seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e da plântula inteira (MSPI), em função do tratamento de sementes com micronutrientes. Ponta Grossa, UEPG, 2011.

Tratamentos	MFPA	MFR	MFPI	MSPA	MSR	MSPI
	-----g plântula <sup>-1</sup> -----					
Testemunha	0,83 a	0,43 a	1,26 a	0,69 a	0,16 a	0,85 a
Biopower	0,52 b	0,15 b	0,67 b	0,35 bc	0,05 b	0,39 b
Always	0,41 b	0,18 b	0,59 b	0,21 c	0,06 b	0,27 b
Booster	0,63 ab	0,14 b	0,77 b	0,41 bc	0,05 b	0,46 b
Cobre (Cu)	0,51 b	0,16 b	0,67 b	0,35 bc	0,05 b	0,39 b
Zinco (Zn)	0,49 b	0,18 b	0,67 b	0,42 bc	0,09 a	0,51 b
Boro (B)	0,61 ab	0,16 b	0,78 b	0,50 ab	0,07 b	0,57 ab
Zn+B	0,62 ab	0,14 b	0,76 b	0,32 bc	0,05 b	0,38 b
Zn+Cu	0,63 ab	0,13 b	0,77 b	0,33 bc	0,05 b	0,38 b
B+Cu	0,60 ab	0,12 b	0,72 b	0,31 bc	0,04 b	0,35 b
Zn+B+Cu	0,62 ab	0,12 b	0,74 b	0,36 bc	0,04 b	0,40 b
Média	0,59	0,17	0,76	0,39	0,066	0,45
CV (%)	20,50	21,63	19,05	25,26	42,14	31,00

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O tratamento de sementes pode auxiliar a germinação de sementes de linho se a composição for balanceada, tanto em termos de composição quanto em termos de concentração de micronutrientes, o que pode ser verificado com a aplicação do produto comercial Biopower na dose de 4 mL kg<sup>-1</sup> de sementes (Tabela 1). Todavia, o vigor das sementes não foi intensificado com o tratamento de sementes com micronutrientes, provavelmente pela redução do  $\Delta\Psi_h$  entre o meio externo e o interno da semente e plântula, no entanto, a campo, essa suplementação em micronutrientes pode, e muito, intensificar o desenvolvimento inicial pós-emergência. Um exemplo é o Cu, o qual intensificará a síntese de plastocianina, carregador de elétrons entre o citocromo b6f e o fotossistema I na fase fotoquímica da fotossíntese. Pós-emergência todos os processos metabólicos serão intensificados e com isso essa suplementação via sementes pode ser favorável a produtividade da cultura, visto que produtividade é fotossíntese líquida. Neste contexto, entende-se a necessidade de se avaliar os tratamentos a campo.

---

---

#### 4. CONCLUSÕES

O tratamento de sementes com zinco, boro, cobre e suas combinações, além dos produtos comerciais Always e Booster contendo mistura de micronutrientes não prejudicaram a germinação de sementes de linho.

O produto comercial Biopower aumentou a germinação de sementes de linho.

Os tratamentos de sementes com zinco, boro, cobre e suas combinações, além dos produtos comerciais Biopower, Always e Booster reduziram o vigor de sementes de linhaça.

#### 5. REFERÊNCIAS

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Faostat database. Disponível em: <http://faostat.fao.org/default.aspx>. Acessado em junho de 2014.

FLOSS, E. L. Linho Cultivo e Utilização. Passo Fundo: Faculdade de Agronomia. Universidade de Passo Fundo, 1983 (Boletim Técnico, n. 3)

KERBAUY, B. G. **Fisiologia Vegetal**. 2ª. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2008. 431 p.

KIRKBY, E. A.; RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. Informações agronômicas n.118 – International Plant Nutrition Institute. p. 01, 2007.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. Informativo ABRATES, v.1, n.2, p.11-14. 1991.

LOPES, A. S. Micronutrientes: filosofias de aplicação e eficiência agronômica. Boletim Técnico. São Paulo, 1999 n.8, 58p.

MACIEL, L. M. B.; PONTES, D. F.; RODRIGUES, M. C. P. Efeito da adição de farinha de linhaça no processamento de biscoito tipo Cracker. Alimentação e Nutrição, Araraquara. v. 19, n. 4, p. 385-392; out/dez. 2008.

OOMAH, B.D. Flaxseed as a functional food source. Journal Scientia Food Agriculture, n. 81, p. 889-894. 2001.



RIBEIRO, N.D.; SANTOS, O.S. Aproveitamento do zinco aplicado na semente na nutrição da planta. *Ciência Rural*, v.26, n.1, p.159-165. 1996.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5<sup>a</sup> ed. Editora ARTMED, 2013, 954 p.

TOMM, G. O.; FLOSS, E. L.; GARRAFA, M.; BENETTI, V. Indicações para o cultivo de linho no Rio Grande do Sul. *Guarani das missões: Giovelli*, p. 40, 2006.

TRUCOM, C. A importância da linhaça na saúde. p. 151. Editora Alaúde. São Paulo, 2006.